

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-037785

(43)Date of publication of application : 06.02.1996

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

B06B 1/06

G04C 3/12

(21)Application number : 06-171324

(71)Applicant : SEIKO INSTR INC

(22)Date of filing : 22.07.1994

(72)Inventor : IINO AKIHIRO

KASUGA MASAO

SUZUKI MAKOTO

SUZUKI KENJI

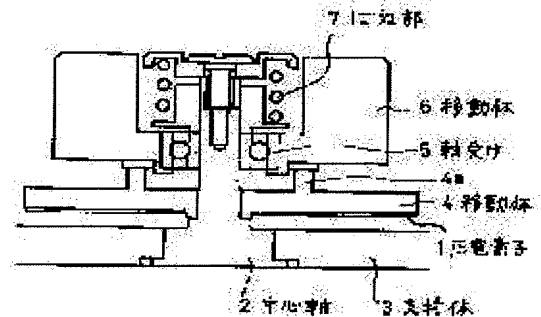
SUZUKI MINAKO

(54) ULTRASONIC MOTOR AND ELECTRONIC APPARATUS PROVIDED WITH ULTRASONIC MOTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture a product which is small and thin and which is turned at high speed by a method wherein the position of a protrusion by which the vibrating body of an ultrasonic motor comes into contact with a moving body is installed at the inner side than the position of a flank in the radial direction of vibrations excited at the vibrating body.

CONSTITUTION: A bearing 5 is installed in the center of a moving body 6, and it is guided to a central shaft 2 so as to be rotatable. By means of a spring member 7, the moving body 6 is brought into pressure contact with a protrusion 4a at the vibrating body. Two electrode groups are formed radially at a piezoelectric element 1, high-frequency voltages whose phase is different in terms of time are applied, two standing waves whose phase is shifted in terms of time are generated and composed, and traveling waves are generated. The moving body 6 receives the elliptical motion of the protrusion 4a at the vibrating body via friction. Since the position of the protrusion 4a is situated between a flank and a node, the tip of the protrusion 4a is displaced in the axial direction and the peripheral direction, and the moving body 6 is sent in one direction. Thereby, it is possible to obtain an ultrasonic motor which is small and thin and which is turned at high speed.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]By making a vibration body (4) excite an oscillatory wave using elastic movement of a piezoelectric element (1), In an ultrasonic motor to which the friction drive of the mobile (6) by which pressurized contact was carried out to a vibration body (4) is carried out, excite the secondary bending mode to a diameter direction to a vibration body (4), and. An ultrasonic motor providing a projection (4a) which is in a position inside [to a diameter direction generated at this time] a belly of vibration, and moreover contacts a position with larger amplitude of vibration than surface roughness of a contact portion of a mobile (6) and a vibration body (4) with a mobile (6).

[Claim 2]In the ultrasonic motor according to claim 1, a position of a diameter direction of a vibration body (4) r, An ultrasonic motor providing a projection (4a) in contact with a mobile (6) in a position of r which takes not less than 70% of value of the maximum which a $\xi(r)/r^2$ value can take when amplitude of a vibration body (4) in the position r is set to $\xi(r)$.

[Claim 3]An ultrasonic motor providing a projection (4a) between a belly and a paragraph of vibration to a hoop direction of a vibration body (4) in the ultrasonic motor according to claim 1 or 2 while exciting a standing wave to a vibration body.

[Claim 4]An ultrasonic motor, wherein a standing wave generated in a vibration body comprises composition of two standing waves in the ultrasonic motor according to claim 3.

[Claim 5]In the ultrasonic motor according to claim 4, a pattern of a piezoelectric element (1), An ultrasonic motor exciting two standing waves to a vibration body (4) by adding an electric field of the direction to all the patterns while it is divided into a hoop direction every 1/4 wave and polarization directions differ every two to a hoop direction.

[Claim 6]In the ultrasonic motor according to claim 4, a pattern of a piezoelectric element (1), 1/4 wave of small pattern which adjoins a diameter direction while being divided into two portions on both sides of a concentric circle and divided into a hoop direction every 1/2 wave, respectively shifts in position, An ultrasonic motor, wherein a small pattern which adjoins a hoop direction excites two standing waves to a vibration body (4) by carrying out the poling process to an opposite direction mutually, and adding an electric field of the direction to all these patterns.

[Claim 7]A vibration generator system having the ultrasonic motor according to any one of claims 1 to 6, forming an eccentric weight (8) in a mobile (6), and generating vibration by rotation of a mobile (6).

[Claim 8]An electronic timepiece with an ultrasonic motor which has the ultrasonic motor according to claim 7, inputs a driving signal into said ultrasonic motor at time set up beforehand, and is characterized by telling information by vibration by rotation of a mobile (6).

[Claim 9]Electronic equipment with an ultrasonic motor inputting a driving signal into said ultrasonic motor, generating vibration by rotation of a mobile (6), and telling a user about information when it has the ultrasonic motor according to any one of claims 1 to 6 and information is received from the exterior.

[Claim 10]Electronic equipment with an ultrasonic motor characterized by comprising the following.

A means of communication (19) which has the ultrasonic motor according to any one of claims 1

to 6, and operates to a mobile (6) and one.

An output means (20) which operates based on operation of a means of communication (19).

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the ultrasonic motor which generates driving force using elastic movement of a piezoelectric element, and use by electronic equipment, such as a wrist watch and a card shape portable device, is possible for it.

[0002]

[Description of the Prior Art]From the feature of its low speed and high torque in an ultrasonic motor, the optimization of a vibration body design also including the position of the projection mainly explained below for the purpose of application by the source of power has been attained in recent years.

[0003]The position of a projection provided in the vibration body of the conventional ultrasonic motor is explained based on a drawing. In drawing 10, the secondary mode of vibration which has a knot part to a diameter direction is excited by the disk type vibration body. The projection was provided in the belly of vibration for amplitude to serve as the maximum at this time, and taking out an output by movement of the mobile in contact with that projection was known.

[0004]For example, the example of the position of such a projection made conventionally the optimal is indicated by JP,62-196080,A. If this vibration body is made to excite a progressive wave and pressurized contact of the mobile is carried out on a vibration body, a mobile will receive the elliptic movement of the height of a vibration body via friction, and will rotate.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]As mentioned above, as explained, while the drive where big amplitude was obtained and was stabilized by providing a projection in the belly of vibration was completed, big torque has also been expected in order to take out an output from the position which is separated from the center to some extent. However, when displacement of the hoop direction of a projection is made the same, the angle which rotates a mobile per unit period decreases as a projection consists of the centers outside. Since the maximum of displacement of a hoop direction existed inside [to a diameter direction] the belly of vibration, it was difficult to obtain very big number of rotations in the position of the conventional projection. If the length of a projection tends to be made high and it is going to obtain the number of highs rotational, the thickness of an ultrasonic motor will have become thick.

[0006]Then, the purpose of this invention is to optimize the position of a projection of a vibration body and to provide the ultrasonic motor of a high rotational with small size and a thin shape, in order to solve such a conventional technical problem.

[0007]

[Means for Solving the Problem]Inside a position of a belly of a diameter direction of vibration for this invention to be excited by vibration body in a position of a projection in contact with a mobile of a vibration body in an ultrasonic motor in order to solve an aforementioned problem, If forced, we decided to provide a projection in a position of r which takes not less than 70% of value of the maximum of a value in which a value of $\xi(r)/r^2$ can take a position of a diameter direction of a vibration body when amplitude of a vibration body in r and the position r is set to $\xi(r)$.

[0008]

[Function] In the ultrasonic motor using the vibration body which provided the projection as mentioned above, an oscillatory wave is excited by impressing the high frequency voltage near the resonance frequency of the bending mode of a vibration body to a piezoelectric element. The mobile which contacts the projection of a vibration body by a predetermined pressure receives the power by an oscillatory wave via frictional force, and rotates. At this time, a projection is close to the center of a vibration body, and since it is provided in the position which can take large displacement of a hoop direction, large angle of rotation of the mobile per unit period can be taken, and the number of rotations of an ultrasonic motor becomes very large.

[0009]

[Example]

(1) Describe the 1st example of this invention below to the 1st example based on a drawing. Drawing 1 is the displacement distribution which looked at only the half from the center of the vibration body of the 1st example of the ultrasonic motor of this invention to the diameter direction, a coefficient of velocity, and a figure showing a projection position. Drawing 2 is a sectional view of the ultrasonic motor which provided the projection in the position of the vibration body explained by drawing 1. Drawing 3 shows the pattern of the piezoelectric element attached to the vibration body of drawing 2.

[0010] A coefficient of velocity is explained first. About the position of a diameter direction, when displacement of r and shaft orientations is expressed as $\xi(r)$ from the center, hoop direction displacement in the position r is proportional to $\xi(r)/r$. Since the movement magnitude which one revolution takes to a mobile in the position r is $2\pi r$, the number of rotations of a mobile when an output is taken out from the position r is proportional to $\xi(r)/r^2$. That is, this is a coefficient of velocity.

[0011] The position of the projection 4a of axial-direction-displacement distribution, a coefficient of velocity, and this example is shown in drawing 1. In drawing 1, it is guessed that the number of rotations to which it is bigger for the number of rotations of a mobile to take out an output from the inside [belly], especially near a center vibration generated in the vibration body is obtained. However, in practice, near a center has very small amplitude and rotation stable under the influence of surface roughness etc. cannot be expected. Then, the projection 4a is formed in the position shown in drawing 1.

[0012] Drawing 2 is a sectional view showing the composition of the example of the ultrasonic motor of this invention. The medial axis 2 is being fixed to the support plate 3. The piezoelectric element 1 which has the electrode pattern shown in drawing 3 has pasted the vibration body 4. Drawing 3 is a figure showing the electrode pattern of the piezoelectric element 1 of the ultrasonic motor of this invention. Drawing 3 (a) shows a common electrode. The electrode shown in drawing 3 (b) is divided into a circumferential direction every $1/4$ wave. Here, when making a circumferential direction excite three waves of oscillatory waves, an electrode is divided into 12 as shown in drawing 3. And the polarization directions of the piezoelectric element in the position corresponding to each electrode are +, +, -, -, +, +, -, -, +, +, -, and - in order in a hoop direction. And a flow is taken and the electrode in every other one is divided into the hoop direction at the 1st electrode group 1a and 2nd electrode group 1b.

[0013] The bearing 5 is formed in the center of the mobile 6, and it shows around at the medial axis 2 so that it may be pivotable. The mobile 6 is welded by pressure to the vibration body 4 by the spring member 7. If the high frequency voltage from which a phase differs in time is impressed to two electrode groups (1a and 1b) of the piezoelectric element 1, two standing waves from which the phase shifted to the vibration body 4 position-wise and in time will occur, and a progressive wave will occur as composition of two standing waves. At this time, the mobile 6 receives the elliptic movement of the vibration body 4 via friction, and rotates it at high speed.

[0014] (2) The 2nd example drawing 4 shows the position of another example of the electrode pattern of the piezoelectric element 1, and the projection 4a. The electrode pattern of the piezoelectric element 1 is divided into the hoop direction every $1/4$ wave. The poling process of the polarization direction of each electrode is carried out to +, +, -, -, +, +, -, -, +, +, -, and -.

[0015]Alternately [of the electrode], the projection 4a is formed in the position which moreover does not include an inter-electrode boundary. By adding the same electric field to all the electrodes of the piezoelectric element 1, two standing waves which shifted to the vibration body $4\frac{1}{4}$ wave in position to the hoop direction as shown in drawing 5 occur, and one standing wave happens as the composition. Since the projection 4a is between the belly and paragraph of vibration and the tip of the projection 4a carries out displacement of shaft orientations and a hoop direction at this time, the mobile 6 can be sent to one way.

[0016](3) The 3rd example drawing 5 shows the position of another example of the electrode pattern of the piezoelectric element 1, and the projection 4a. The electrode pattern of the piezoelectric element 1 was halved on the concentric circle to the diameter direction, and while being divided into the hoop direction every $\frac{1}{2}$ wave in each field, $\frac{1}{4}$ wave of electrode which sandwiched the concentric circle which divided the electrode pattern to the diameter direction is shifted in position. The poling process of the polarization direction of each electrode which adjoins each other to a hoop direction is carried out to +, -, +, -, +, and -.

[0017]The projection 4a is formed in the position which moreover does not include every one inter-electrode boundary in each electrode inside the circle which divided the electrode pattern to the diameter direction. By adding the same electric field to all the electrodes of the piezoelectric element 1, two standing waves which shifted to the vibration body $4\frac{1}{4}$ wave in position to the hoop direction as shown in drawing 5 occur, and one standing wave happens as the composition. Since the projection 4a is between the belly and paragraph of vibration and the tip of the projection 4a carries out displacement of shaft orientations and a hoop direction at this time, the mobile 6 can be sent to one way.

[0018](4) The 4th example drawing 6 shows the block diagram of the 4th example of the vibration generator system which used the ultrasonic motor of this invention. The eccentric weight 8 is attached to the mobile 6 shown in the previous example, and the vibration generator system using the ultrasonic motor which can generate vibration using the centrifugal force of the eccentric weight 8 can be realized by rotating the mobile 6.

[0019](5) The 5th example drawing 7 shows the block diagram of the 5th example of the electronic timepiece with an ultrasonic motor of this invention. The electronic timepiece with vibration alarm by an ultrasonic motor is realizable by operating an ultrasonic motor at the time set up beforehand using the ultrasonic motor of the 4th example, and telling that the time set as the user came by vibration by the eccentric weight 8.

[0020]The time which specifically generates alarm vibration beforehand by the time setting circuit 15 is set up, and it memorizes in the store circuit 14. This time is compared with the time of the timer 13 by the comparison circuit 12, when both become equal, a driving signal is made to output to an ultrasonic motor from the drive circuit 11, the mobile 6 to which the eccentric weight 8 was attached is rotated, and vibration is generated.

[0021](6) The 6th example drawing 8 shows the block diagram of the 6th example of the electronic equipment with an ultrasonic motor of this invention. The electronic equipment with vibration alarm by an ultrasonic motor is realizable by operating an ultrasonic motor using the ultrasonic motor shown in the 4th example, when information is received from the exterior, generating vibration by the eccentric weight 8, and telling that new information was acquired by the user.

[0022]Specifically, the receiving circuit 17 recognizes having acquired new information through the antenna 18. A driving signal is made to output to an ultrasonic motor from the drive circuit 11 by the control circuit 16 at this time, the mobile 6 to which the eccentric weight 8 was attached is rotated, and vibration is generated.

(7) The 7th example drawing 9 shows the block diagram of the 7th example of the electronic equipment with an ultrasonic motor of this invention. Electronic equipment with an ultrasonic motor is realizable by having composition which forms the transmission mechanism 19 which operates to the mobile 6 of an ultrasonic motor, and one, and the output device 20 which operates based on operation of the transmission mechanism 19 using the ultrasonic motor shown in the previous example.

[0023]As the transmission mechanism 19, transmission vehicles, such as a gear and a frictional

wheel, etc. are used preferably. as the output device 20 -- this -- better -- in a camera, an arm etc. are used [in / for a shutter drive, lens driving, etc. / a robot / in / for an indicator etc. / a machine tool] for ** for a cutting tool delivery mechanism, a workpiece delivery mechanism, etc. in an electronic timepiece or a measuring instrument.

[0024]As electronic equipment with an ultrasonic motor of this invention, an electronic timepiece, a measuring instrument, a camera, a printer, a printing machine, a machine tool, a robot, a moving system, etc. are realizable preferably. An output shaft is attached to a mobile, and if it has composition which has a power transmission device for transmitting the torque from an output shaft, an ultrasonic motor drive is realizable.

[0025]

[Effect of the Invention]This invention can obtain an ultrasonic motor with very high number of rotations with a thin shape, as shown above.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] They are the displacement distribution of the vibration body of the 1st example of the ultrasonic motor of this invention, a coefficient of velocity, and a figure showing the position of a projection.

[Drawing 2] It is a sectional view of the 1st example of the ultrasonic motor of this invention.

[Drawing 3] It is a figure showing the polarization pattern of the 1st example of the piezoelectric element of this invention.

[Drawing 4] It is a figure showing the polarization pattern of the 2nd example of the piezoelectric element of this invention, and the position of a projection.

[Drawing 5] It is a figure showing the polarization pattern of the 3rd example of the piezoelectric element of this invention, and the position of a projection.

[Drawing 6] It is a block diagram of the 4th example of the vibration generator system using the ultrasonic motor of this invention.

[Drawing 7] It is a block diagram of the 5th example of the electronic timepiece with an ultrasonic motor of this invention.

[Drawing 8] It is a block diagram of the 6th example of the electronic equipment with an ultrasonic motor of this invention.

[Drawing 9] It is a block diagram showing the composition of the 7th example of the electronic equipment with an ultrasonic motor of this invention.

[Drawing 10] It is a figure showing the projection position of the conventional ultrasonic motor.

[Description of Notations]

- 1 Piezoelectric element
- 2 Medial axis
- 3 Support plate
- 4 Vibration body
- 5 Bearing
- 6 Mobile
- 7 Spring member
- 8 An eccentric weight

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-37785

(43) 公開日 平成8年(1996)2月6日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 N 2/00	C			
B 0 6 B 1/06	Z			
G 0 4 C 3/12	A			

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 6 頁)

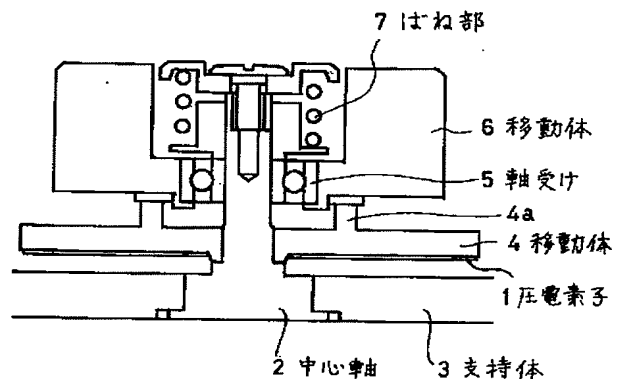
(21) 出願番号	特願平6-171324	(71) 出願人	000002325 セイコー電子工業株式会社 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(22) 出願日	平成6年(1994)7月22日	(72) 発明者	飯野 朗弘 東京都江東区亀戸6丁目31番1号 セイコー電子工業株式会社内
		(72) 発明者	春日 政雄 東京都江東区亀戸6丁目31番1号 セイコー電子工業株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 誠 東京都江東区亀戸6丁目31番1号 セイコー電子工業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 林 敬之助 (外1名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波モータ及び超音波モータ付き電子機器

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 小型、薄型で高回転数の超音波モータを得る。

【構成】 振動体4と移動体6とから構成され、振動体4の突起4aを振動体の中心の近く、かつ周方向の変位が大きくとれる位置に設けることにより、単位周期あたりの移動体6の回転角度が大きくとれ、小型薄型で高回転が得られるようになる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電素子(1)の伸縮運動を利用して、振動体(4)に振動波を励振させることにより、振動体(4)に加圧接触された移動体(6)を摩擦駆動させる超音波モータにおいて、振動体(4)に、径方向に対して2次の曲げモードを励振すると共に、このとき発生した径方向に対する振動の腹の内側の位置にあり、しかも、移動体(6)と振動体(4)の接触部の表面粗さより振動の振幅が大きい位置に移動体(6)と接触する突起(4a)を設けたことを特徴とする超音波モータ。

【請求項2】 請求項1記載の超音波モータにおいて、振動体(4)の径方向の位置を r 、位置 r での振動体(4)の振幅を $\xi(r)$ としたときに $\xi(r)/r^2$ 値がとり得る最大値の70%以上の値をとるような r の位置に移動体(6)と接触する突起(4a)を設けたことを特徴とする超音波モータ。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の超音波モータにおいて、振動体に定在波を励振するとともに振動体(4)の周方向に対する振動の腹と節の間に突起(4a)を設けたことを特徴とする超音波モータ。

【請求項4】 請求項3記載の超音波モータにおいて、振動体に発生する定在波は、二つの定在波の合成から成ることを特徴とする超音波モータ。

【請求項5】 請求項4記載の超音波モータにおいて、圧電素子(1)のパターンは、周方向に4分の1波長ごとに分割され、周方向に対して二つおきに分極方向が異なるとともに、全てのパターンに同方向の電界を加えることにより、振動体(4)に二つの定在波を励振することを特徴とする超音波モータ。

【請求項6】 請求項4記載の超音波モータにおいて、圧電素子(1)のパターンは、同心円を挟んで二つの部分に分けられ、それぞれ周方向に2分の1波長ごとに分割されるとともに径方向に隣り合う小パターンは位置的に4分の1波長ずれ、また周方向に隣り合う小パターンは互いに逆方向に分極処理されており、この全てのパターンに同方向の電界を加えることにより、振動体(4)に二つの定在波を励振することを特徴とする超音波モータ。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の超音波モータを有し、移動体(6)に偏心重錘(8)を設け、移動体(6)の回転により振動を発生させることを特徴とする振動発生装置。

【請求項8】 請求項7に記載の超音波モータを有し、予め設定された時刻に、前記超音波モータに駆動信号を入力し、移動体(6)の回転による振動により、情報を知らせることを特徴とする超音波モータ付き電子時計。

【請求項9】 請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の超音波モータを有し、

2

外部から情報を受けたときに、前記超音波モータに駆動信号を入力し、移動体(6)の回転による振動を発生させ、使用者に情報を知らせることを特徴とする超音波モータ付き電子機器。

【請求項10】 請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の超音波モータを有し、移動体(6)と一体に動作する伝達手段(19)と、伝達手段(19)の動作に基づいて動作する出力手段(20)とを有することを特徴とする超音波モータ付き電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は圧電素子の伸縮運動を利用して駆動力を発生させる超音波モータに関するものであり、腕時計及びカード型携帯機器等の電子機器での利用が可能である。

【0002】

【従来の技術】 近年超音波モータはその低速・高トルクという特徴から、主に動力源での応用を目的とし、以下に説明する突起の位置も含め、振動体設計の最適化が図られてきた。

【0003】 従来の超音波モータの振動体に設けられている突起の位置を図面に基いて説明する。図10において、円板型の振動体には径方向に対して節部を有する二次の振動モードが励振されている。このとき振幅が最大となる振動の腹に突起を設け、その突起に接触する移動体の運動により出力を取り出すことが知られていた。

【0004】 例えば、特開昭62-196080号公報にこのような従来最適とされてきた突起の位置の例が開示されている。この振動体に進行波を励振させ、振動体の上に移動体を加圧接触させると移動体は振動体の突起部の楕円運動を摩擦を介して受け回転するわけである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 以上、説明したように振動の腹に突起を設けることにより、大きな振幅が得られ安定した駆動ができるとともに、中心からある程度離れた位置から出力を取り出すために大きなトルクも期待できた。しかし、突起の周方向の変位を同じとしたときには、突起が中心から外側になるにつれ単位周期あたりに移動体を回転させる角度が減少する。また、周方向の変位の最大値は径方向に対する振動の腹の内側に存在するため従来の突起の位置では極めて大きな回転数を得ることは困難であった。また、突起の長さを高くして高回転数を得ようとすると超音波モータの厚みが厚くなってしまった。

【0006】 そこで本発明の目的は、従来のこのような課題を解決するために、振動体の突起の位置を最適化し小型、薄型で高回転の超音波モータを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため

50

3

に、本発明は超音波モータにおいて、振動体の移動体と接触する突起の位置を振動体に励振される振動の径方向の腹の位置より内側、強いては振動体の径方向の位置を r 、位置 r での振動体の振幅を $\xi(r)$ としたときに $\xi(r)/r^2$ の値がとり得る値の最大値の70%以上の値をとるような r の位置に突起を設けることとした。

【0008】

【作用】 上記のように突起を設けた振動体を用いた超音波モータにおいては、圧電素子に振動体の曲げモードの共振周波数付近の高周波電圧を印加することにより振動波が励振される。振動体の突起に所定の圧力で接触する移動体は、振動波による力を摩擦力を介して受け回転する。このとき突起は振動体の中心に近く、かつ周方向の変位が大きくとれる位置に設けられているので単位周期あたりの移動体の回転角度が大きくとれ、超音波モータの回転数が極めて大きくなる。

【0009】

【実施例】

(1) 第1の実施例

以下に、本発明の第1の実施例を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の超音波モータの第1の実施例の振動体の中心から径方向に対して半分だけを見た変位分布、速度係数、突起位置を示す図である。図2は図1で説明した振動体の位置に突起を設けた超音波モータの断面図である。図3は図2の振動体に付けられた圧電素子のパターンを示したものである。

【0010】 まず速度係数について説明する。中心から径方向の位置を r 、軸方向の変位を $\xi(r)$ と表わしたときに、位置 r での周方向変位は $\xi(r)/r$ に比例する。また位置 r で移動体が一回転に要する移動量は $2\pi r$ であるから位置 r から出力を取り出したときの移動体の回転数は $\xi(r)/r^2$ に比例する。即ちこれが速度係数である。

【0011】 図1には軸方向変位分布、速度係数及び本実施例の突起4aの位置を示してある。図1において、移動体の回転数は振動体に発生した振動の腹よりも内側、特に中心付近から出力を取り出した方が大きな回転数が得られることが推測される。しかし実際的には中心付近は振幅が極めて小さく、表面粗さ等の影響で安定した回転は望めない。そこで図1に示した位置に突起4aを設けてある。

【0012】 図2は本発明の超音波モータの実施例の構成を示す断面図である。中心軸2は、支持板3に固定されている。振動体4には、図3に示した電極パターンを有する圧電素子1が接合されている。図3は、本発明の超音波モータの圧電素子1の電極パターンを示す図である。図3(a)は共通電極を示す。図3(b)に示す電極は、円周方向に4分の1波長ごとに分割される。ここで、円周方向に振動波を3波励振させるときは、図3に示すように、電極は12分割する。そして、各電極に対

4

応する位置にある圧電素子の分極方向は、周方向に順に、+、+、-、-、+、+、-、-、+、+、-、-である。そして、周方向に一つおきの電極は導通がとられ、第1の電極群1aと第2の電極群1bとに分けてある。

【0013】 移動体6の中心には、軸受け5が設けられ、回転可能のように中心軸2に案内されている。ばね部材7によって移動体6は、振動体4に圧接されている。圧電素子1の二つの電極群(1a、及び1b)に時間的に位相の異なる高周波電圧を印加すると、振動体4には位置的、時間的に位相のずれた二つの定在波が発生し、二つの定在波の合成として進行波が発生する。このとき移動体6は振動体4の楕円運動を摩擦を介して受け高速で回転する。

【0014】 (2) 第2の実施例

図4は、圧電素子1の電極パターンの別の実施例と突起4aの位置を示したものである。圧電素子1の電極パターンは、4分の1波長ごとに周方向に分割されている。各電極の分極方向は+、+、-、-、+、+、-、-、+、+、-、-と分極処理されている。

【0015】 突起4aは電極の一つおきに、しかも電極間の境界を含まない位置に設けられている。圧電素子1の全ての電極に同一の電界を加えることにより振動体4には図5に示したように周方向に対して位置的に4分の1波長ずれた二つの定在波が発生し、その合成として一つの定在波が起こる。このとき、突起4aは振動の腹と節の間にあるため突起4aの先端は軸方向と周方向の変位をするため、移動体6を一方へ送ることができる。

【0016】 (3) 第3の実施例

図5は圧電素子1の電極パターンの別の実施例と突起4aの位置を示したものである。圧電素子1の電極パターンは径方向に対して同心円上に二分割され、それぞれの領域内で2分の1波長ごとに周方向に分割されているとともに径方向に対して電極パターンを分割した同心円を挟んだ電極は位置的に4分の1波長ずれている。周方向に対して隣り合う各電極の分極方向は+、-、+、-、+、-と分極処理されている。

【0017】 突起4aは径方向に対して電極パターンを分割した円の内部の各電極の一つづつ、しかも電極間の境界を含まない位置に設けられている。圧電素子1の全ての電極に同一の電界を加えることにより振動体4には図5に示したように周方向に対して位置的に4分の1波長ずれた二つの定在波が発生し、その合成として一つの定在波が起こる。このとき、突起4aは振動の腹と節の間にあるため突起4aの先端は軸方向と周方向の変位をするため、移動体6を一方へ送ることができる。

【0018】 (4) 第4の実施例

図6は、本発明の超音波モータを用いた振動発生装置の第4の実施例のブロック図を示したものである。先の実施例に示した移動体6に偏心重錘8を付け、移動体6を

5

回転させることにより偏心重錘8の遠心力を利用して振動を発生させることができる超音波モータを用いた振動発生装置が実現できる。

【0019】(5) 第5の実施例

図7は、本発明の超音波モータ付き電子時計の第5の実施例のブロック図を示したものである。第4の実施例の超音波モータを用いて、予め設定された時刻に超音波モータを動作させ、偏心重錘8による振動により、使用者に設定された時刻になったことを知らせることにより、超音波モータによる振動アラーム付き電子時計が実現できる。

【0020】具体的には時刻設定回路15により予めアラーム振動を発生する時刻が設定され、記憶回路14に記憶される。この時刻が比較回路12によりタイマ13の時刻と比較され、両者が等しくなったときに駆動回路11から超音波モータに駆動信号を出力させ、偏心重錘8の付いた移動体6を回転させ振動を発生させる。

【0021】(6) 第6の実施例

図8は、本発明の超音波モータ付き電子機器の第6の実施例のブロック図を示したものである。第4の実施例に示した超音波モータを用いて、外部から情報を受けたときに超音波モータを動作させ、偏心重錘8による振動を発生させ、使用者に新たな情報が得られたことを知らせることにより、超音波モータによる振動アラーム付き電子機器が実現できる。

【0022】具体的にはアンテナ18を通じて受信回路17が新たな情報を得たことを認知する。このとき制御回路16により駆動回路11から超音波モータに駆動信号を出力させ、偏心重錘8の付いた移動体6を回転させ振動を発生させる。

(7) 第7の実施例

図9は、本発明の超音波モータ付き電子機器の第7の実施例のブロック図を示したものである。先の実施例に示した超音波モータを用いて、超音波モータの移動体6と一体に動作する伝達機構19と、伝達機構19の動作に基づいて動作する出力機構20とを設ける構成とすることにより超音波モータ付き電子機器が実現できる。

【0023】伝達機構19としては、好ましくは、歯車や摩擦車等の伝達車などを用いる。出力機構20としては、このましくは、カメラにおいてシャッタ駆動機構、レンズ駆動機構等を、電子時計あるいは計測器においては指針等を、ロボットにおいてはアーム等を、工作機械

6

においては刃具送り機構や加工部材送り機構等を用いる。

【0024】本発明の超音波モータ付き電子機器としては、好ましくは、電子時計、計測器、カメラ、プリンタ、印刷機、工作機械、ロボット、移動装置などが実現できる。さらに、移動体に出力軸を取り付け、出力軸からのトルクを伝達するための動力伝達機構を有する構成とすれば、超音波モータ駆動装置が実現できる。

【0025】

【発明の効果】本発明は、以上示したように、薄型で極めて回転数の高い超音波モータを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の超音波モータの第1の実施例の振動体の変位分布、速度係数、および突起の位置を示す図である。

【図2】本発明の超音波モータの第1の実施例の断面図である。

【図3】本発明の圧電素子の第1の実施例の分極パターンを示す図である。

【図4】本発明の圧電素子の第2の実施例の分極パターンと突起の位置を示す図である。

【図5】本発明の圧電素子の第3の実施例の分極パターンと突起の位置を示す図である。

【図6】本発明の超音波モータを用いた振動発生装置の第4の実施例のブロック図である。

【図7】本発明の超音波モータ付き電子時計の第5の実施例のブロック図である。

【図8】本発明の超音波モータ付き電子機器の第6の実施例のブロック図である。

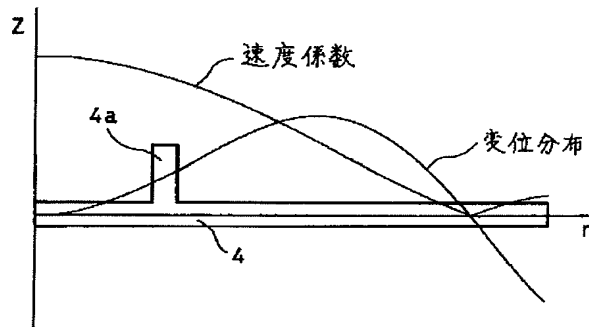
【図9】本発明の超音波モータ付き電子機器の第7の実施例の構成を示すブロック図である。

【図10】従来の超音波モータの突起位置を示す図である。

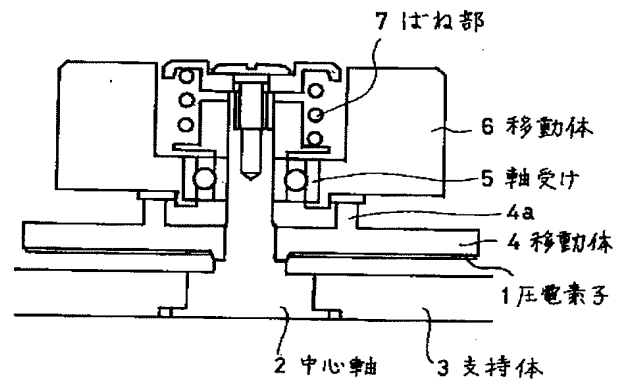
【符号の説明】

- 1 圧電素子
- 2 中心軸
- 3 支持板
- 4 振動体
- 5 軸受け
- 6 移動体
- 7 ばね部材
- 8 偏心重錘

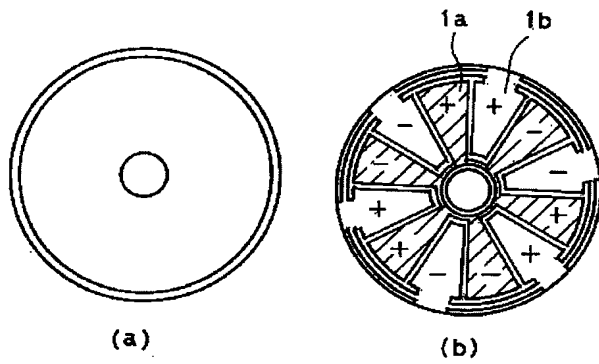
【図1】



【図2】

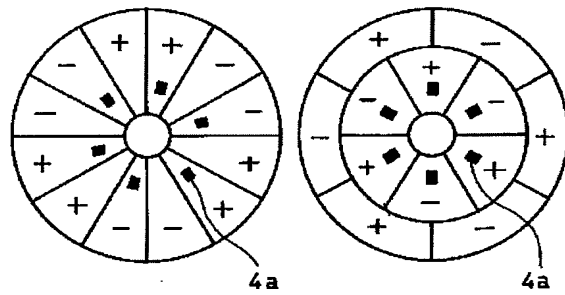


【図3】



【図4】

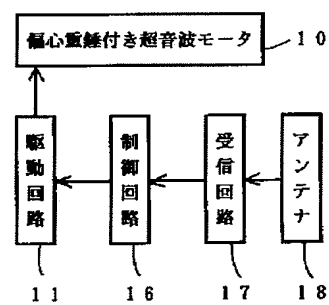
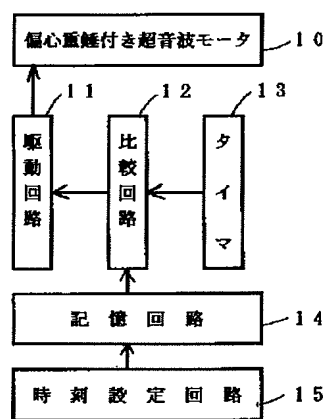
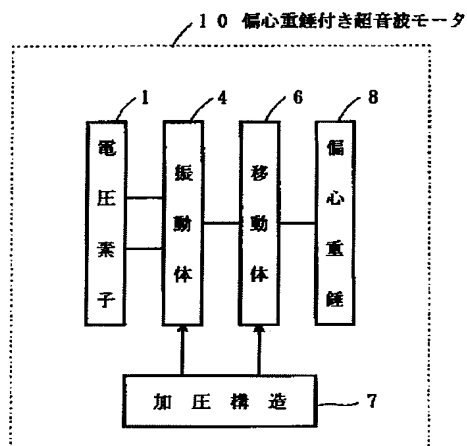
【図5】



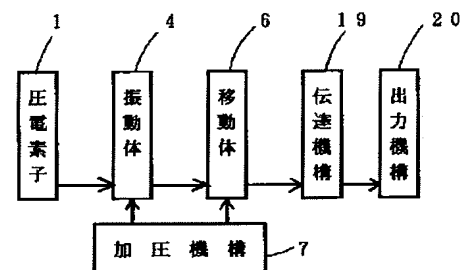
【図6】

【図7】

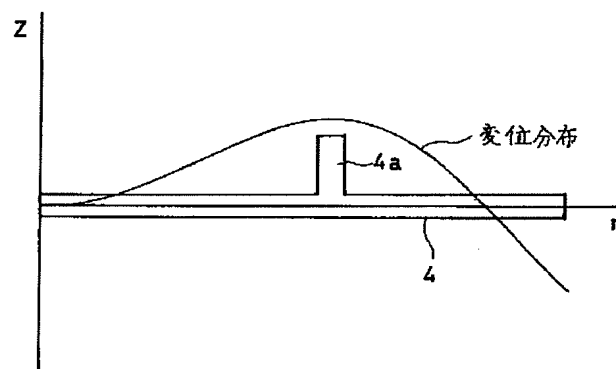
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 賢二

東京都江東区亀戸6丁目31番1号 セイコ
ー電子工業株式会社内

(72)発明者 鈴木 美奈子

東京都江東区亀戸6丁目31番1号 セイコ
ー電子工業株式会社内